かぐや統合解析用デジタルデータセットの作製・配信システムの開発（その２）

取扱説明書

＜D＞

データ解析処理説明書　ver.1.0

平成 27 年 3 月

改訂記録

符号	承認年月日	承認	点検	作成	改訂箇所・内容	改定理由等
初版	2015.3.23					初版制定

目次

1. はじめに 1
2. データフォーマット 1
2.1. 取り扱うデータについて 1
2.2. ベースマップデータの内容について 6
2.2.1. 主要元素マップ 6
2.2.2. MI 反射率マップ 7
2.2.3. MI 鉄マップ、MI チタンマップ 8
2.2.4. TC オルソマップ 9
2.2.5. TC 陰影図 10
2.2.6. 月全球地形マップデータ 11
2.2.7. 月北極地形画像 11
2.2.8. 月南極地形画像 11
2.2.9. 磁気異常マップ、磁気異常マップ（低高度） 11
2.2.10. Rn, Po 全球マップ 12
2.2.11. 電子反射計月面磁気異常マップ 12
2.2.12. 月面二次イオンマップ 12
2.2.13. 重力場マップ（ブーゲー異常、フリーエア異常） 12
2.2.14. 地殻厚マップ 13
2.3. プロダクトレイヤの内容について 15
2.3.1. 主要元素マップ 15
2.3.2. MI 反射率マップ 15
3. 解析処理内容について 20
3.1. 解析処理内容の一覧 20
3.2. 解析処理内容について 20
3.2.1. 切り出し処理 20
3.2.2. 四則演算処理 20
4. ダウンロードデータの取扱及び内容について 24

1. はじめに

本文書は KADIAS（KAguya Digital data Analysis System：かぐや統合解析用デジタルデータセットの作製・配信システム）において利用されるデータ及び解析処理について説明したものである。

2. データフォーマット

2.1. 取り扱うデータについて

「かぐや統合解析用デジタルデータセットの作製・配信システム」（以下、本システム）の中で取り扱うデータについては、大きく二種類に分けられる。一つは、解析する範囲等を検索する際にベースマップとして使用する「ベースマップレイヤ」用のデータ、もう一つは、指定した解析領域において解析に使用する「プロダクトレイヤ」用のデータとなる。

それぞれのデータ及び本システム上でのレイヤ名について、一覧表を表２−１（ａ）（ｂ）、表２−２（ａ）（ｂ）に示す。

なお、レイヤ名の命名については、以下のルールを適用している。

(ア) プロダクトの情報をなるべく簡潔に冒頭に記載する。ただし、どうしても複数の単語が必要な場合はハイフンでつなぐ。その際に、「マップ」「画像」のような文言は削除する。
(イ) その次に、観測センサの略称をハイフンで付与する。
(ウ) 最後に、単位の定まっているものについては、レイヤ名末尾に「-m」（ハイフン、メートル）のように付与する。

表２−１（ａ）　ベースマップレイヤ用のプロダクト一覧（和名）

プロダクト名（和名）	観測センサ	ベースマップレイヤ名（和名）
主要元素マップ	GRS	カリウム-GRS-wt%
		トリウム-GRS-wt%
		酸素-GRS-wt%
		鉄-GRS-wt%
		ケイ素-GRS-wt%
		ウラン-GRS-wt%
		アルミニウム-GRS-wt%
		カルシウム-GRS-wt%
		マグネシウム-GRS-wt%
		チタン-GRS-wt%
MI 反射率マップ	MI	反射率-MI-750nm
MI 鉄マップ		鉄-MI-wt%
MI チタンマップ		チタン-MI-wt%
TC オルソマップ	TC	オルソ-TC
TC 陰影図		陰影図-TC
月全球地形マップデータ	LALT	地形-LALT-m
月北極地形画像		北極地形-LALT-m
月南極地形画像		南極地形-LALT-m
磁気異常マップ （東西、南北、鉛直、合成）	LMAG	磁気異常-東西-LMAG-nT
		磁気異常-南北-LMAG-nT
		磁気異常-鉛直-LMAG-nT
		磁気異常-合成-LMAG-nT
磁気異常マップ（低高度） （東西、南北、鉛直、合成）	LMAG（低高度）	磁気異常-東西-低高度-LMAG-nT
		磁気異常-南北-低高度-LMAG-nT
		磁気異常-鉛直-低高度-LMAG-nT
		磁気異常-合成-低高度-LMAG-nT
Rn 全球マップ	CPS	ラドン-CPS-ppm
Po 全球マップ	CPS	ポロニウム-CPS-ppm
電子反射計月面磁気異常マップ	PACE	月面磁気異常-PACE-nT
月面二次イオンマップ	PACE	月面二次イオン-PACE-nT
重力場マップ（ブーゲ異常）	RSAT	フリーエア異常-RSAT-magl
重力場マップ（フリーエア異常）	RSAT	ブーゲー異常-RSAT-mgal
地殻厚マップ	LALT,VRAD,RSAT	地殻厚-RSAT-m
月の地名		地名

表２−１（ｂ）　ベースマップレイヤ用のプロダクト一覧（英名）

プロダクト名（英名）	観測センサ	ベースマップレイヤ名（英名）
Nuclide Map	GRS	K-GRS-wt% Th-GRS-wt% O-GRS-wt% Fe-GRS-wt% Si-GRS-wt% U-GRS-wt% Al-GRS-wt% Ca-GRS-wt% Mg-GRS-wt% Ti-GRS-wt%
MI reflectance map	MI	Reflectance-MI-750nm
MIFe-map		Fe-MI-wt%
MITi-map		Ti-MI-wt%
TC Ortho map	TC	Ortho-TC
TC shaded relief map		Shaded-Relief
Global Topographic Map	LALT	Global-DTM-LALT-m
Topographic Image of the Lunar North Pole		NorthPole-DTM-LALT-m
Topographic Image of the Lunar South Pole		SouthPole-DTM-LALT-m
Magnetic Anomaly Map	LMAG	Magnetic-Anomaly-EW-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-NS-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Vertical-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Total-LMAG-nT
Magnetic Anomaly Map (Low Orbit)	LMAG	Magnetic-Anomaly-EW-Low-Orbit-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-NS- Low-Orbit-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Vertical- Low-Orbit-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Total- Low-Orbit-LMAG-nT
Rn Intensity map	CPS	Rn-CPS-ppm
Po Intensity map		Po-CPS-ppm
Magnetic Anomaly map	PACE	Magnetic-Anomaly-PACE-nT
Reflected Ion map		Ion-PACE-nT
Free Air Anomaly map	RSAT	Free-Air-Anomaly-RSAT-mgal
Bourguer Anomaly map		Bourguer-Anomaly-RSAT-mgal
Crustal Thickness map	LALT,VRAD,RSAT	Crustal-Thickness-RSAT-m
Place Name		Place Name

表２−２（ａ）　解析用のプロダクトレイヤ一覧（和名）

プロダクト名（和名）	観測センサ	プロダクトレイヤ名（和名）
主要元素マップ	GRS	カリウム-GRS-wt% トリウム-GRS-wt% 酸素-GRS-wt% 鉄-GRS-wt% ケイ素-GRS-wt% ウラン-GRS-wt% アルミニウム-GRS-wt% カルシウム-GRS-wt% マグネシウム-GRS-wt% チタン-GRS-wt%
MI 反射率マップ	MI	415nm-反射率-MI-VIS
		750nm-反射率-MI-VIS
		900nm-反射率-MI-VIS
		950nm-反射率-MI-VIS
		1000nm-反射率-MI-VIS
		1000nm-反射率-MI-NIR
		1050nm-反射率-MI-VIS
		1250nm-反射率-MI-VIS
		1550nm-反射率-MI-VIS
MI 鉄マップ		鉄-MI-wt%
MI チタンマップ		チタン-MI-wt%
SP 輝度・拡散反射率データ	SP	輝度-拡散反射率-SP
TC オルソマップ	TC	オルソ-TC
TC 低太陽高度（朝）輝度		低太陽高度-朝-輝度-TC
TC 低太陽高度（夕）輝度		低太陽高度-夕-輝度-TC
TC 標高		標高-TC-m
レーダグラム（Bscan）	LRS	レーダグラム-Bscan-LRS
SAR (5km, 10km, 40km)		レーダグラム-SAR-LRS
月全球地形マップデータ	LALT	地形-LALT-m
月北極地形画像		北極地形-LALT-m
月南極地形画像		南極地形-LALT-m
磁気異常マップ （東西、南北、鉛直、合成）	LMAG	磁気異常-東西-LMAG-nT
		磁気異常-南北-LMAG-nT
		磁気異常-鉛直-LMAG-nT
		磁気異常-合成-LMAG-nT
磁気異常マップ（低高度） （東西、南北、鉛直、合成）	LMAG	磁気異常-東西-低高度-LMAG-nT
		磁気異常-南北-低高度-LMAG-nT
		磁気異常-鉛直-低高度-LMAG-nT
		磁気異常-合成-低高度-LMAG-nT
Rn 全球マップ	CPS	ラドン-CPS-ppm
Po 全球マップ		ポロニウム-CPS-ppm
電子反射計月面磁気異常マップ	PACE	月面磁気異常-PACE-nT
月面二次イオンマップ		月面二次イオン-PACE-nT
重力場マップ（ブーゲ異常）	RSAT	フリーエア異常-RSAT-magl
重力場マップ（フリーエア異常）		ブーゲー異常-RSAT-mgal
地殻厚マップ	LALT,VRAD,RSAT	地殻厚-RSAT-m

表２−２（ｂ）　解析用のプロダクトレイヤ一覧（英名）

プロダクト名（英名）	センサ	ベースマップレイヤ名（英名）
Nuclide Map	GRS	K-GRS-wt%
		Th-GRS-wt%
		O-GRS-wt%
		Fe-GRS-wt%
		Si-GRS-wt%
		U-GRS-wt%
		Al-GRS-wt%
		Ca-GRS-wt%
		Mg-GRS-wt%
		Ti-GRS-wt%
MI reflectance map	MI	415-Reflectance-MI-VIS
		750-Reflectance-MI-VIS
		900-Reflectance-MI-VIS
		950-Reflectance-MI-VIS
		1000-Reflectance-MI-VIS
		1000-Reflectance-MI-NIR
		1050-Reflectance-MI-NIR
		1250-Reflectance-MI-NIR
		1550-Reflectance-MI-NIR
MIFe-map		Fe-MI-wt%
MITi-map		Ti-MI-wt%
TC Ortho map	TC	Ortho-TC
TC shaded relief map		Shaded-relief-TC
TC morning map		Morning-TC
TC evening map		Evening-TC
TC DTM		DTM-TC-m
Radargram（Bscan）	LRS	Radargram-Bscan-LRS
SAR (5km, 10km, 40km)		Radargram -SAR-LRS
Global Topographic Map	LALT	Global-DTM-LALT-m
Topographic Image of the Lunar North Pole		NorthPole-DTM-LALT-m
Topographic Image of the Lunar South Pole		SouthPole-DTM-LALT-m
Magnetic Anomaly Map (E-W, N-S, Vertical, Total)	LMAG	Magnetic-Anomaly-EW-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-NS-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Vertical-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Total-LMAG-nT
Magnetic Anomaly Map Low Orbit (E-W, N-S, Vertical, Total)	LMAG	Magnetic-Anomaly-EW-Low-Orbit-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-NS- Low-Orbit-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Vertical-Low-Orbit-LMAG-nT
		Magnetic-Anomaly-Total-Low-Orbit-LMAG-nT
Rn Intensity map	CPS	Rn-CPS-ppm
Po Intensity map		Po-CPS-ppm
Magnetic Anomaly map	PACE	Magnetic-Anomaly-PACE-nT
Reflected Ion map		Ion-PACE-nT
Free Air Anomaly map	RSAT	Free-Air-Anomaly-RSAT-mgal
Bourguer Anomaly map	RSAT	Bourguer-Anomaly-RSAT-mgal
Crustal Thickness map	LALT,VRAD,RSAT	Crustal-Thickness-RSAT-m

2.2. ベースマップデータの内容について

本項では、表２−１に示したベースマップレイヤとして利用可能なそれぞれのデータの内容について記す。

2.2.1. 主要元素マップ

「主要元素マップ」は、ガンマ線分光計（GRS）によって観測された月全球（表層）における10種類の元素（カリウム、トリウム、酸素、鉄、ケイ素、ウラン、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、チタン）の質量濃度のマップデータである。データの分解能は一画素が経度・緯度方向にそれぞれ 1 度となっており、月全球が横 360 画素×縦 180 画素で構成されている。図2.2.1 に例としてトリウムマップ、ウランマップを示す。各画素の値は 16bit の符号無し整数値となっておりどの元素マップでも同様であるが､各画素値に格納されている数値に対する単位は元素によって wt%と ppm と二種類あるため、表 2.2.1 に示す。

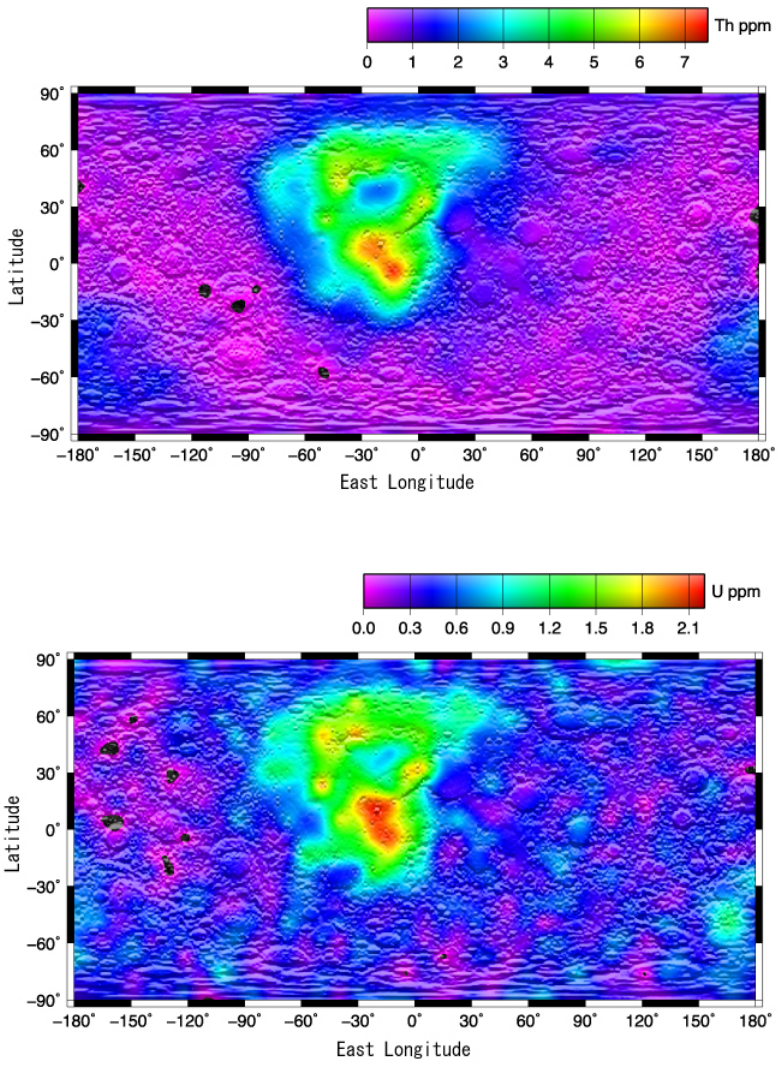

図 2.2.1　（上図）トリウムの月全球濃度マップ、（下図）ウランの全球濃度マップ

表 2.2.1 各元素マップに格納されている画素値（質量濃度）の単位

元素名（元素記号）	質量濃度の単位
カリウム（K）	ppm
トリウム（Th）	ppm
酸素（O）	wt%
鉄（Fe）	wt%
ケイ素（Si）	wt%
ウラン（U）	wt% (ppm)
アルミニウム（Al）	wt%
カルシウム（Ca）	wt%
マグネシウム（Mg）	wt%
チタン（Ti）	wt%

2.2.2. MI 反射率マップ

「MI 反射率マップ」は、マルチバンドイメージャー（MI）によって観測された月面の反射率のうち、波長 750nm における反射率（＝明るさ）を示したマップデータである。画像の例を図 2.2.2.(a)、(b)に示す。データの分解能は一画素が 20m であり、各画素値は 16bit の符号無し整数値となっている。各画素値は、ヘッダ情報から読み取れる係数・オフセットの値を適用することによって反射率（%）に変換することが可能となっているため、DDset における解析モードの中の「地点詳細」機能（取扱説明書（B）操作手順書 3.3.2 項参照）を利用すると、各地点の反射率情報を確認することができる。

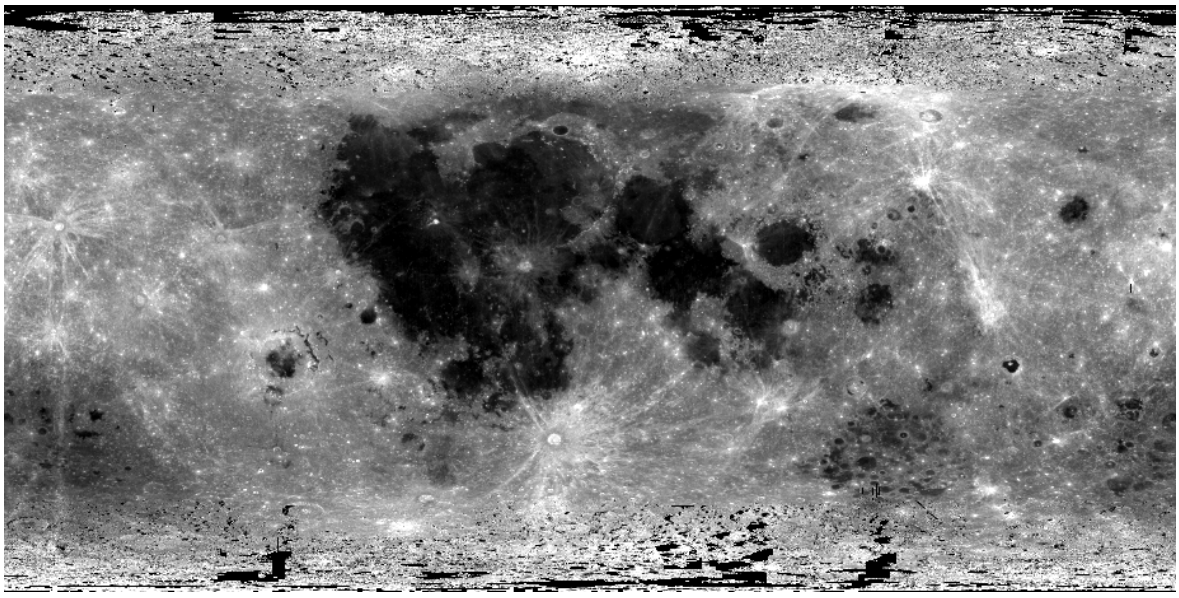

図 2.2.2.(a) MI による月面の全球図

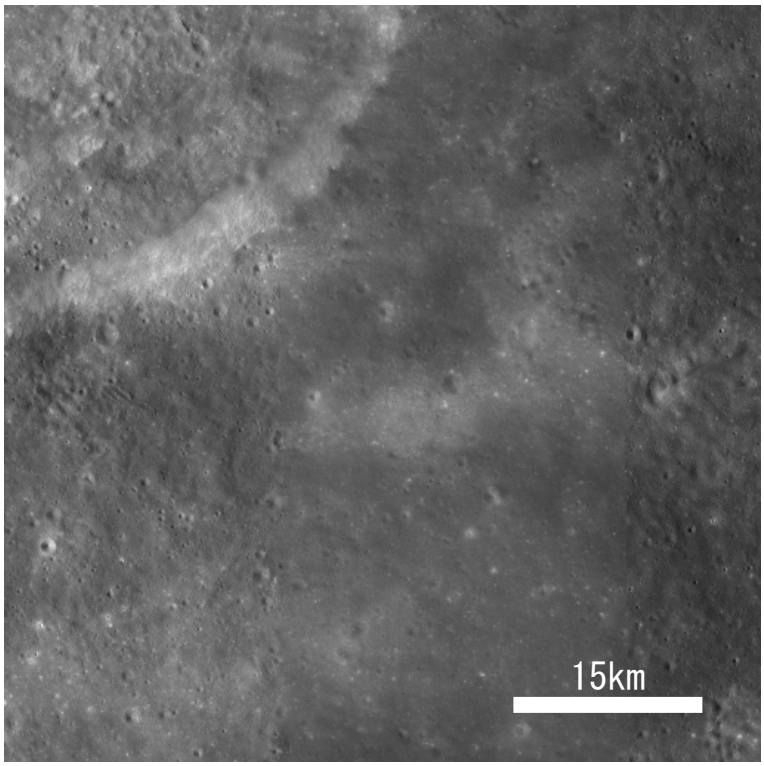

図 2.2.2.(b) 1 度四方の MI データの例

（東経 349 度から 350 度、北緯 13 度から 14 度の範囲）

2.2.3. MI 鉄マップ、MI チタンマップ

「MI 鉄マップ」及び「MI チタンマップ」は、マルチバンドイメージャー（MI）によって観測された月面の反射スペクトル情報を用いて、月の表面の鉄及びチタンの質量濃度を算出したデータである（※１）。月全球を横 48000 画素、縦 24000 画素のラスタデータとして整

備しているため、赤道付近において一画素が約 200m 強の分解能のデータとなっている。各画素値は 32bit の実数型浮動小数点となっており、その数値が質量濃度を表している。（例えば、画素に記録されている数値が 12.3 であれば、その画素の地域の鉄／チタンの質量濃度が 12.3 wt%であることを示す）。鉄マップ画像の画素値に擬似的に色を割り当てたシュードカラー画像（青から赤にかけて質量濃度が増える）を図 2.2.3.に示す。

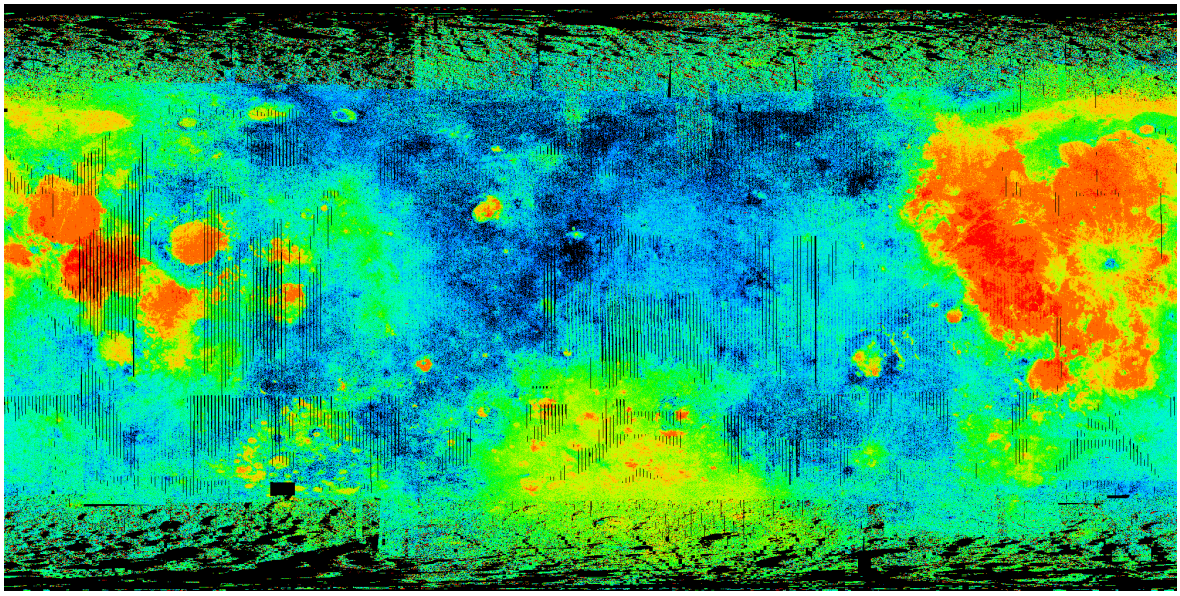

図 2.2.3 月全球の鉄濃度マップの表示例（シュードカラー画像）

（※１）MI データから鉄やチタン濃度を算出するアルゴリズムは、以下の論文による。
Otake, *et al*., (2012) LUNAR IRON AND TITANIUM ABUNDANCE ALGORITHMS BASED ON SELENE (KAGUYA) MULTIBAND IMAGER DATA., LPSC44 abstract #1905

2.2.4. TC オルソマップ

「TC オルソマップ」は、地形カメラ（TC）による月面のステレオ観測データからオルソ補正された全球モザイクデータである。データの分解能は一画素が 10m であり、各画素値は 16bit の符号無し整数値となっている。TC オルソマップの全球画像を図 2.2.4 に示す。TC オルソマップの各画素に含まれる画素値は全球のコントラストのバランスを調整して作成されているため、物理量ではなく月表面の明るさの相対値となっている。

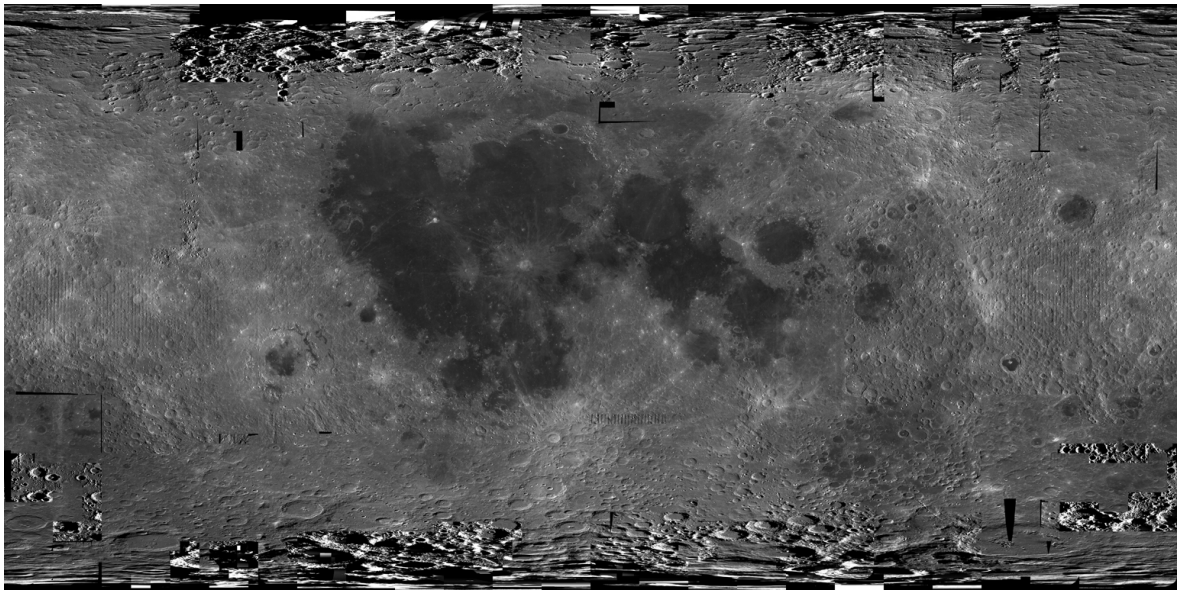

図 2.2.4　TC オルソマップによる月全球図

2.2.5. TC 陰影図

TC 陰影図は、地形カメラ、マルチバンドイメージャ、レーザー高度計などのデータから作成された SLDEM2012 という標高データのプロダクトから作成された画像である（図 2.2.5）。全球を 21600 画素×10800 画素で表しているため、一画素の分解能は赤道付近で約 500m となっている。この画像は本システムにおけるデフォルトの表示画面にて使用されている。

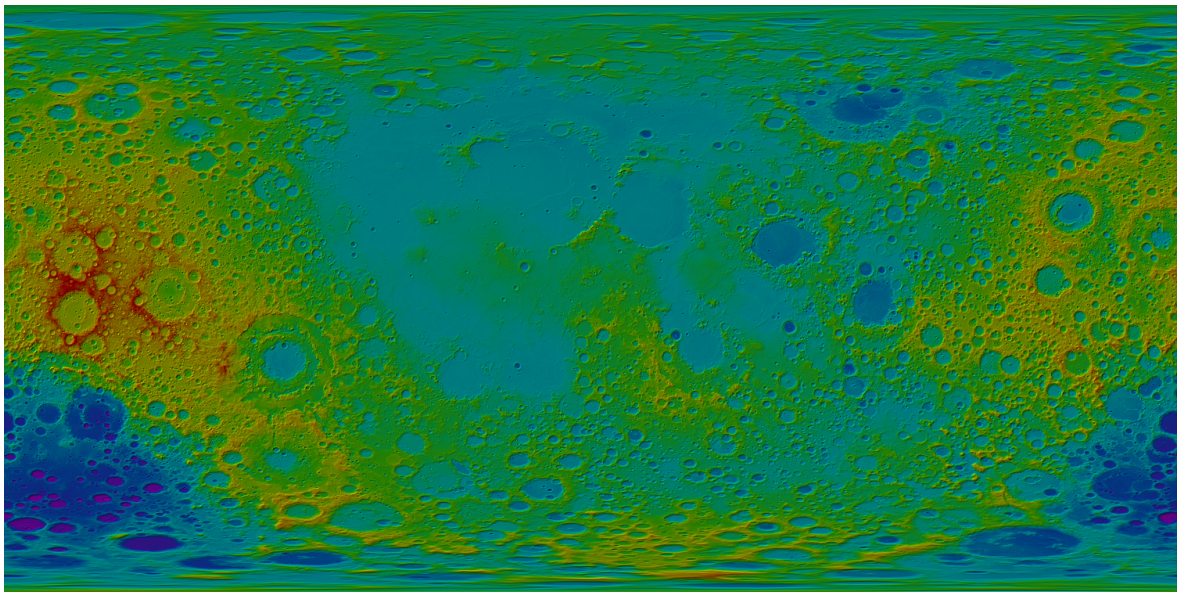

図 2.2.5　TC 陰影図の様子。
（標高をシュードカラー表示したものに標高に応じた陰がつけられている。）

2.2.6. 月全球地形マップデータ

「月全球地形マップデータ」は、月レーザ高度計（LALT）によって測定された月面の地形を、DTM（Digital Terrain Model）として整備した全球標高データである。データの分解能は一画素が約 1/16 度（約 1800m）。各画素値は 32bit の符号無し整数値であり、画素値の単位は km となっている。図 2.2.6 に LALT による全球地形データを示す。

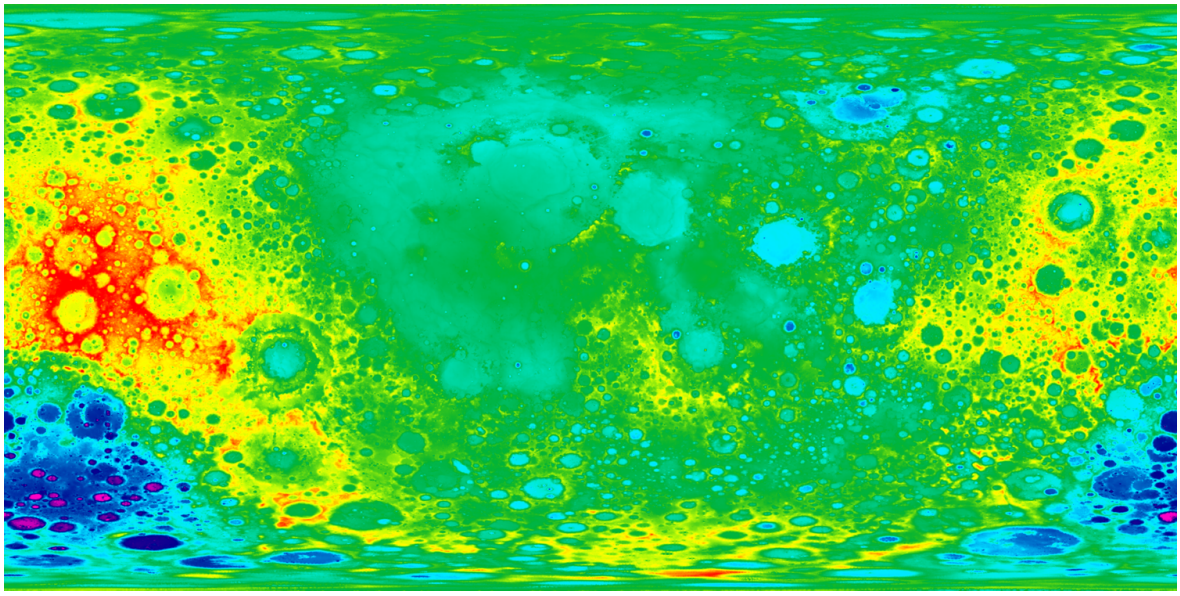

図 2.2.6　LALT による標高データのシュードカラー画像（青から赤にかけて標高が高いことを示す）

2.2.7. 月北極地形画像

「月北極地形画像」は、2.2.6 の月レーザ高度計によって整備された月面の標高のうち、北緯 65 度以上 90 度までの範囲を、月面の北極点を中心にポーラーステレオ図法によって図化した画像データである。データの各画素値は 4 バイトの実数、単位は km となっている。図 2.2.7 に図化した「月北極地形画像」を示す。

2.2.8. 月南極地形画像

「月南極地形画像」は、2.2.6 の月レーザ高度計によって整備された月面の標高のうち、南緯緯 65 度以上 90 度までの範囲を、月面の南極点を中心にポーラーステレオ図法によって図化した画像データである。データの各画素値は 4 バイトの実数、単位は km となっている。図 2.2.7 に図化した「月南極地形画像」を示す。

2.2.9. 磁気異常マップ、磁気異常マップ（低高度）

「磁気異常マップ」は、月磁場観測装置（LMAG）によって測定された月面の高度約 100km における磁気異常値のマップである。マップは「東西方向」「南北方向」「鉛直方向」の三成分

と、これら三成分を合成した「合成」の、4 種類が存在する。各マップのデータの分解能は一画素が一度グリッドであり、データの各画素値は 1 バイトの整数値（単位は nT）となっている。図 2.2.9 に磁気異常マップの画像を示す。

また、「磁気異常マップ（低高度）」に関しては、同じく LMAG によって測定された、月面の高度約 50km（定常観測終了後の低高度観測時に測定）における磁気異常値のマップであり、上記同様に四種類のマップが存在する。データの分解能は一画素が一度グリッドであり、データの各画素値は 1 バイトの整数値（単位は nT）となっている。

2.2.10. Rn, Po 全球マップ

「Rn 全球マップ」「Po 全球マップ」は粒子線計測器（CPS）によって観測された月全球（表層）におけるラドン（Rn）及びポロニウム（Po）の分布を示したマップデータである。データの分解能は一画素が経度・緯度方向にそれぞれ 1 度となっており、月全球が横 360 画素×縦 180 画素で構成されている。図 2.2.10 に Rn マップ、Po マップを示す。各画素の値は 16bit の符号無し整数値となっており、各画素値に格納されている数値に対する単位は ppm である。

2.2.11. 電子反射計月面磁気異常マップ

「電子反射計月面磁気異常マップ」は、プラズマ観測装置（PACE）と LMAG を電子反射計として使って測定した月表面の磁気以上の強度分布マップデータである。データの分解能は一画素が経度・緯度方向にそれぞれ 1 度となっており、月全球が横 360 画素×縦 180 画素で構成されている。図 2.2.11 に磁気異常マップを示す。各画素の値は 16bit の符号無し整数値となっており、各画素値に格納されている数値に対する単位は nT（ナノテスラ）である。

2.2.12. 月面二次イオンマップ

「月面二次イオンマップ」は、プラズマ観測装置（PACE）で計測された、月面から反射されたイオンの 2 次元マップデータである。データの分解能は一画素が経度・緯度方向にそれぞれ 1 度となっており、月全球が横 360 画素×縦 180 画素で構成されている。図 2.2.11 に磁気異常マップを示す。各画素の値は 16bit の符号無し整数値となっており、各画素値に格納されている数値に対する単位は nT（ナノテスラ）である。

2.2.13. 重力場マップ（ブーゲー異常、フリーエア異常）

「重力場マップ（ブーゲー異常、フリーエア異常）」は、リレー衛星中継器（RSAT）及び衛星電波源（VRAD）によって計測された、月面における重力場のブーゲー異常、フリーエア異常

のそれぞれを示したマップデータである。データの分解能は一画素が経度・緯度方向にそれぞれ1/4 度となっており、月全球が横 1440 画素×縦 720 画素で構成されている。図 2.2.11 に磁気異常マップを示す。各画素の値は 16bit の符号無し整数値となっており、各画素値に格納されている数値に対する単位は mgal（ミリガル）である。

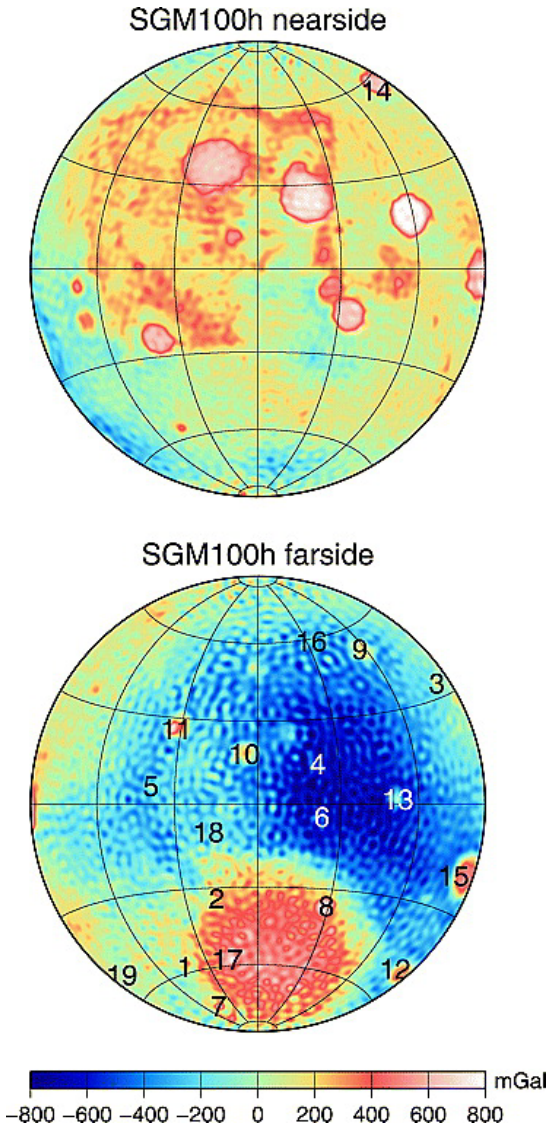

図 2.2.13　月全球のブーゲー異常マップ

2.2.14.　地殻厚マップ

「地殻厚マップ」は、LALT、RSAT、VRAD 等の複数のセンサによる観測結果を統合的に用いて解析された結果（※）としての、月の地殻の厚さを示したデータである。データの分解能は一画素が経度・緯度方向にそれぞれ 1/4 度となっており、月全球が横 1440 画素×縦 720 画素で構成されている。図 2.2.11 に地殻厚さマップのシュードカラー画像を示す。各画素の値は 16bit

の符号無し整数値となっており、各画素値に格納されている数値に対する単位は km（キロメーター）である。

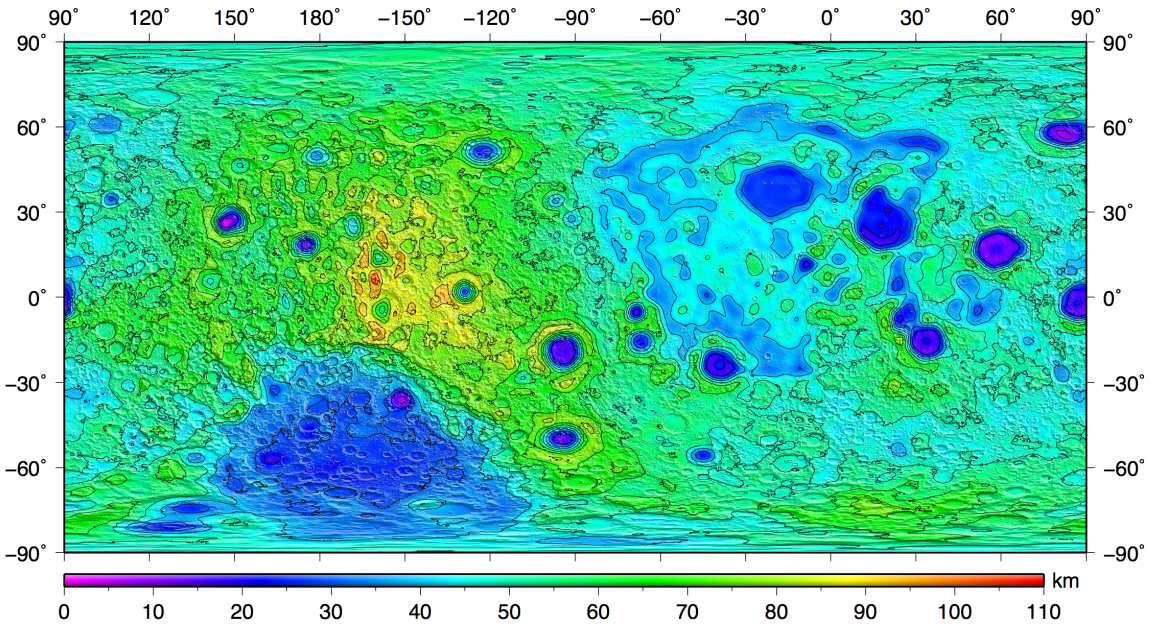

図 2.2.11　地殻厚さのシュードカラーマップに、参考に等高線が引かれている画像

（※）本プロダクトは、Ishihara *et. al.*, (2009) Crustal thickness of the Moon: Implications for farside basin structures, Geophysical Research Letters, Vol.36　の論文によるものである。

2.3.プロダクトレイヤの内容について

本項では、表２−２に示したプロダクトレイヤとして解析に利用可能なそれぞれのデータの内容について記す。なお、いくつかのデータについては、2.2 項の記述と重複するため、割愛しその旨記載する。

2.3.1. 主要元素マップ

プロダクトレイヤとしての「主要元素マップ」は、2.2.1 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.2. MI 反射率マップ

ベースマップレイヤでは、MI 反射率マップは 750nm バンドのデータのみを利用していたが、プロダクトレイヤとしては MI によって観測された全ての波長帯（9 つ）のデータが利用可能である。MI は 9 つの波長帯（＝バンド）で月面を観測しているが、その際に最初の 4 バンドと残りの 5 バンドとではセンサの内部で検出器が異なっている。最初の 4 バンドの検出器を VIS、残りの 5 バンドの検出器を NIR と呼ぶ。VIS および NIR のそれぞれによる観測波長帯を表 2.3.2-1 に示す。

表 2.3.2-1　マルチバンドイメージャの各バンドの波長

検出器	バンド	中心波長（nm）
VIS	Band-1	415
	Band-2	750
	Band-3	900
	Band-4	950
	Band-5	1000
NIR	Band-6	1000
	Band-7	1050
	Band-8	1250
	Band-9	1550

2.3.3. MI 鉄マップ、チタンマップ

プロダクトレイヤとしての「MI 鉄マップ」「MI チタンマップ」は、2.2.3 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.4. SP 拡散反射率データ

「SP 拡散反射データ」は、スペクトルプロファイラによる、月面の各観測点上の表面物質の分光反射特性を示したデータである。物質はそれぞれ固有の分光反射特性を物性として備えており、月面の岩石鉱物もそれぞれ固有の分光反射特性を有している。よって、物質の分光反射特性が既知であれば、リモートセンシングによる観測である地点の分光反射特性を取得することにより、その地点の物質を推測することができるということになる。

本システムでは、他のほとんどのデータがマップ形式（二次元）で有るのに対して、この「SP 拡散反射データ」は月面上の或る点に対するスペクトルデータのため、データの形式は csv ファイルとなる。csv ファイルには、波長毎の反射率の値が記録されている。また、附属データとして、横軸に波長、縦軸に反射率としたスペクトル画像と、観測点の位置情報を示す shapefile がある。

2.3.5. TC オルソマップ

プロダクトレイヤとしての「TC オルソマップ」は、2.2.4 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.6. TC 低太陽高度（朝）マップ、（夕）マップ

「TC 低太陽高度（朝）マップ、（夕）マップ」は、地形カメラによって観測された画像のうち、（朝）マップは太陽が「東」方向にあるときの TC の観測データを源泉として作成された反射率へ変換済みのモザイクデータ、（夕）マップは太陽が「西」方向にあるときの TC の観測データを源泉として作成された反射率へ変換済みのモザイクデータとなる。反射率へ変換するときの入射角・反射角・位相角はそれぞれ 30 度、0 度、30 度としたものに校正済みのデータである。

これらのマップの分解能は一画素 10m、画素値は 16bit の符号付き整数値となっており、反射率のため単位の設定は存在しない。

2.3.7. TC 標高

「TC 標高」データは、地形カメラのステレオ観測によって得られた地形情報を整備して、月全球の標高データの形式としたものである。分解能は地形カメラのオリジナル画像と同じ一画素 10m であるが、各画素の値は 16bit の符号付き整数値となっている。画素値の単位は m（メートル）である。

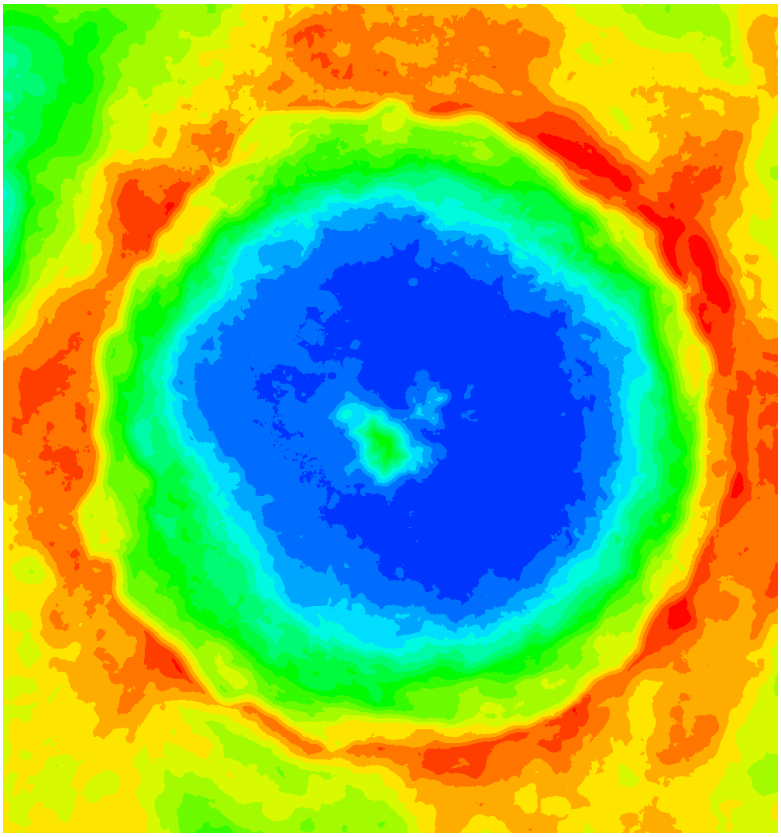

図 2.3.7　TC 標高データによるティコクレータの画像

2.3.8. LRS レーダグラム（Bscan、SAR）

「LRS レーダグラム（Bscan、SAR）」は、月レーダサウンダーによる観測結果を処理して得られた、地下断面におけるレーダの反射強度を示した画像データである。処理の方法によって、Bscan データと SAR データとの二種類が存在している。

レーダグラム（SAR）画像の例を図 2.3.8 に示す。

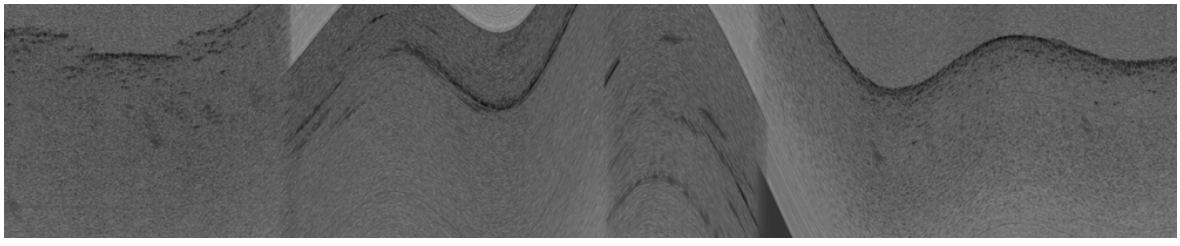

図 2.3.8　レーダグラム（SAR）画像の例

このような地下断面図の画像は、横幅（観測線）は不定形であるが（50000 画素程度のものもある）、縦方向の深さは、概ねどのデータでも同じ 1000 画素前後となっている。

2.3.9. 月全球地形マップデータ

プロダクトレイヤとしての「月全球地形マップデータ」は、2.2.6 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.10. 月北極地形画像、月南極地形画像

プロダクトレイヤとしての「月北極地形画像」「月南極地形画像」は、2.2.7 及び 2.2.8 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.11. 磁気異常マップ、磁気異常マップ（低高度）

プロダクトレイヤとしての「磁気異常マップ」「磁気異常マップ（低高度）」は、2.2.9 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.12. CPS Rn、Po 全球マップ

プロダクトレイヤとしての「Rn マップ」「Po マップ」は、2.2.10 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.13. PACE 電子反射計月面磁気異常マップ

プロダクトレイヤとしての「電子反射計月面磁気異常マップ」は、2.2.11 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.14. PACE 月面二次イオンマップ

プロダクトレイヤとしての「月面二次イオンマップ」は、2.2.12 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.15. 重力場マップ（ブーゲー異常、フリーエア異常）

プロダクトレイヤとしての「重力場マップ（ブーゲー異常、フリーエア異常）」は、2.2.13 の説明と同様であるため割愛する。

2.3.16. 地殻厚マップ

プロダクトレイヤとしての「地殻厚マップ」は、2.2.14 の説明と同様であるため割愛する。

3. 解析処理内容について

3.1. 解析処理内容の一覧

DDset にて利用される解析処理について、その一覧を表３−１に記す。

表３−１　解析処理一覧

解析処理	
切り出し処理	（リサンプリング無し）
	（リサンプリング有り）
四則演算処理	足し算
	引き算
	かけ算
	割り算
合成画像処理	RGB の各色に割り当てた画素値を合成カラーとして表示する処理

3.2. 解析処理内容について

表３−１に記した各解析処理の内容について、以下に記す。

3.2.1. 切り出し処理

(1)　　(リサンプリング無し)

本システムでは、「探索モード」「解析モード」「ダウンロードモード」の三種類の利用モードが存在する（詳細は“取扱説明書（B）操作手順書”を参照のこと）。この中の「解析モード」において、ユーザの興味のある地域（対象地域）のプロダクトレイヤを解析することとなるが、何もしない解析という位置づけで本項の「切り出し処理」が存在する。

かぐやの取得した様々な月面のデータについて、「ある特定の対象領域を切り出したい」というユーザのリクエストに対する処理がこの切り出し処理となる。

(2)　　(リサンプリング有り)

3.2.1(1)項の切り出し処理では、オリジナルのデータの解像度のまま必要な範囲を切り出す処理について示したが、本項の切り出し処理では、オリジナルデータから解像度を変更し、リサンプリング処理が施される場合について示す。

3.2.2. 四則演算処理

本システムにおける四則演算処理には、以下の式が準備されている。

$$(係数1 \times プロダクトA)\quad 演算子（※）\quad (係数2 \times プロダクトBまたは1)$$

（※演算子には、＋、－、×、÷のいずれかが入る）

この式に対して、プロダクト A としては、最低限何らかのプロダクトレイヤを選択する必要があるが、プロダクト B は必ずしも選択する必要はない。つまり、プロダクト A のみを用いた四則演算も可能である。もちろん、プロダクト A およびプロダクト B を用いた演算も可能である。

図 3.2.2-1 は、本システムにおける四則演算処理の設定画面である。プロダクト A のみの演算を実行する場合には、③のプルダウンメニューからプロダクト A として演算に利用するプロダクトレイヤ名を選択し、④のプルダウンメニューから演算子を選択する。そして必要な係数 1 と係数 2 を②、⑤に正または負の実数を入力し、⑥でプルダウンメニューから 0（ゼロ）を選ぶ事でプロダクト B は選択しないこととなる。最後に、演算した結果が新しいレイヤとして追加されるため、そのレイヤ名を①に入力した上で、“レイヤ追加”ボタンを押す事で演算が完了する。

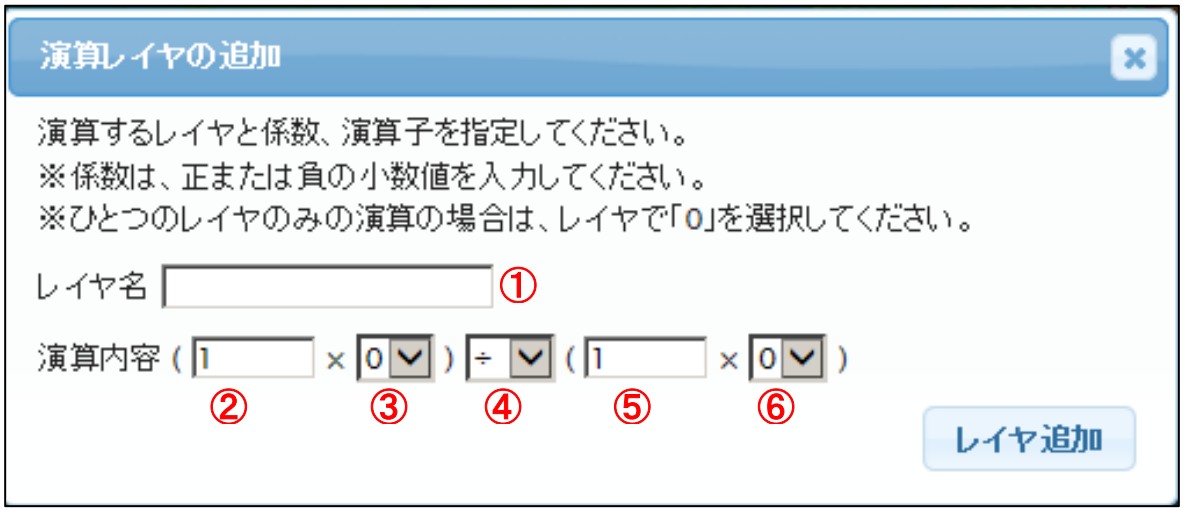

図 3.2.2-1　四則演算処理の設定画面

3.2.3. 合成画像処理

本システムにおける合成画像処理とは、任意のプロダクトレイヤを赤・緑・青（RGB）の各色に割り当てることで、合成カラー画像を作成する処理である。

たとえば、三つの元素マップをそれぞれ RGB に割り当てて合成カラー画像を作成したとすると、“黄色”で示されているのは「R（赤）に割り当てた元素と G（緑）に割り当てた元素とがそれぞれ濃度が高く、B（青）に割り当てた元素の濃度が低い地域」であると解釈できる。

また、MI の各波長の画像を割り当てることでも、月表面の鉱物種の分布について色情報で示す事ができる。図 3.2.3 は Clementine（米国の月探査機）の解析例（※）であるが、比演算結果をそれぞれ RGB に割り当てることで輝度の情報よりも表面組成や宇宙風化の違いを色として際立たせることに成功している。この合成カラー画像では、高地の古い岩石が赤で、高地の新しい岩石が青で示される。月の海地域の場合は、鉄に富んだ（チタンに乏しい）地域は黄色からオレンジ色となり、鉄・チタン両方に富む地域は青で示される。

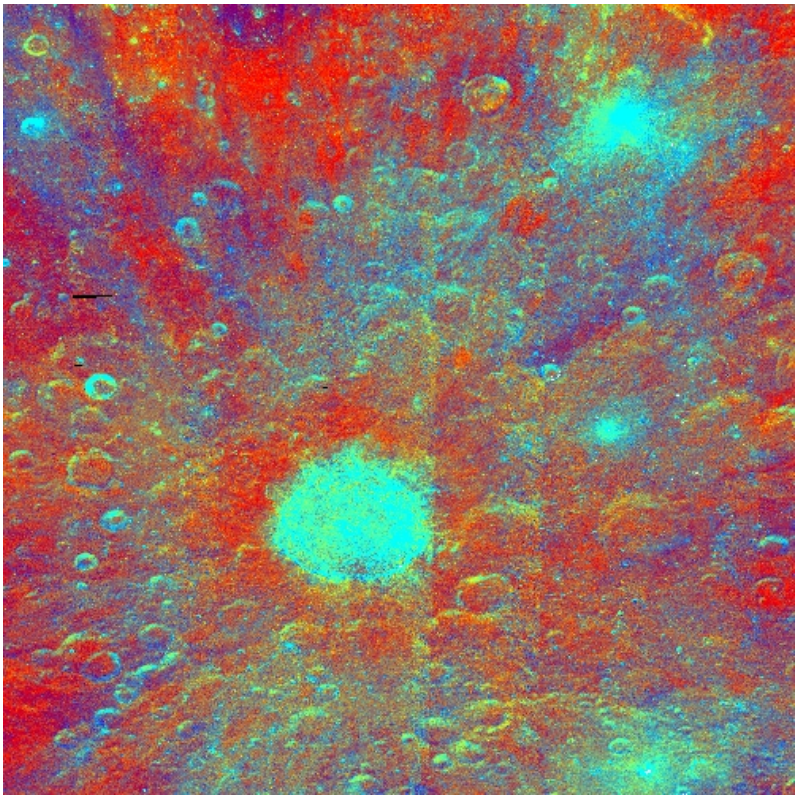

図 3.2.3　合成カラー画像の例

（赤：750nm/415nm、緑：750nm/950nm、青：415nm/750nm）

（※）USGS（米国地質調査所）のホームページ（下記）より

（http://www.mapaplanet.org/explorer/help/data_set.html#moon_clementine_ratio）

なお、合成カラー画像を作成する際にはプロダクトを 3 つ選択する必要は必ずしもなく、一つのプロダクトを選択して RGB に割り当てる事も可能であるが、この場合は単なるグレースケール画像として表示されることとなる（R,G,B それぞれの色に同じ画素値が割り当てられるため）。また、2 つのプロダクトを選択して、RGB に振り分ける事も可能である。

4. ダウンロードデータの取扱及び内容について

本システムのダウンロードモードにおいては、対象領域において解析したデータをダウンロードすることが可能である。（ダウンロードの手順については、取扱説明書（B）操作手順書の 3.3 項、3.4.2 項、及び 3.5.2 項のいずれかを内容に応じて参照のこと）

4.1. ダウンロードされた zip ファイルについて

ダウンロードされたデータは、zip 圧縮された状態となっている。この時のファイル名の例を図 4.1-1 に示す。

図 4.1-1　ダウンロードファイルの命名の例

このファイル名の最初の 8 桁はダウンロードした日付、次の 4 桁がファイルが生成された時刻、次の 3 桁＋5 桁の数字は本システムがランダムに決定する数字となっている。

4.2. ダウンロードファイルに含まれるもの

ダウンロードされた zip ファイルを解凍すると、ダウンロードレイヤとして選択したプロダクトの数と同じ数のフォルダと、テキストファイルが二つある。（図 4.2-1）

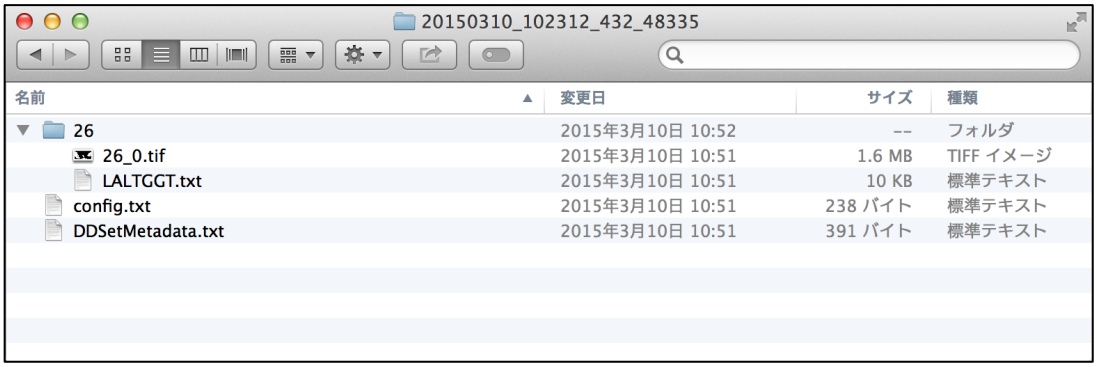

図 4.2-1　ダウンロードファイルの中身

図 4.2-1 の例では、ダウンロードレイヤを一種類しか選択しなかったため、フォルダが一つとテキストファイルが二つはいっている。フォルダの中は、さらに解析した結果ファイル（画像ファイル）と、解析に使用したプロダクトのメタデータがテキストファイルとして入っている。

4.2.1. プロダクトのメタデータについて

本システムで扱う「かぐや」のデータは殆どが PDS フォーマットという形式で作成されている。PDS フォーマットでは、画像のメタデータが一定の規格で整備されているため、本システムで何かのプロダクトをダウンロードした時には、元となるプロダクトの PDS フォーマットファイルからメタデータを抜き出してテキストファイルとして添付させるような仕組みとなっている。なお、一部のプロダクトに関しては PDS フォーマットで整備されていないものもあるため、そのようなデータについては PDS フォーマットに付随するメタデータと同様のデータを本システムが作成し、ダウンロードファイルに添付する仕組みをとっている。

ダウンロードした画像データファイルに添付されてくるメタデータの内容の例を図 4.2.1 に示す。

メタデータに記載されている様々な項目に関しては、比較的分かりやすい単語で記載されているために推測可能であるが、内容を正確に確認する際には、各プロダクトのデータフォーマット説明書を参照することも可能である。

データフォーマット説明書は、「かぐやデータアーカイブ」のウェブページ（下記）のリンクから PDF ファイルの形で入手可能である。

http://l2db.selene.darts.isas.jaxa.jp/help/ja/sensorlist_ja.html

4.2.2. config.txt について

ダウンロードファイルには、必ず config.txt というテキストファイルが添付されている。これには、データをダウンロードした際の切り出し位置（東西南北の緯度経度）及び、分解能や画像のフォーマットなど、「ダウンロードオプション」として設定した情報が記録されている。

図 4.2.2 に config.txt.の内容例を示す。

LALTGGT.txt

```
/* BASICS */
PDS_VERSION_ID                = PDS3
RECORD_TYPE                   = UNDEFINED
FILE_NAME                     = LALT_GGT_MAP.IMG
MISSION_NAME                  = SELENE
SPACECRAFT_NAME               = SELENE-M
INSTRUMENT_NAME               = "LALT"
PRODUCT_SET_ID                = LALT_GGT_MAP
PRODUCT_VERSION_ID            = 2.0
TARGET_NAME                   = MOON
COMMENT_TEXT                  = "LALT GGT_MAP is a lunar global topographic data (ELEVATION only)
                                 extracted from LALT_GGT_NUM that is created from the LALT_LGT_TS
                                 by 'sphinterpolate' command with the pixel node registration
                                 in Generic Mapping Tool (Wessel and Smith, 1991). Altitude values
                                 were rounded off to the third decimal place. Data are ordered from
                                 +89.96875 to -89.96875 degrees in latitude and from +0.03125 to
                                 +359.96875 degrees in longitude. They are referenced to the sphere
                                 of 1737.4km radius based on the gravity center of the Mean Earth/Polar
                                 Axis body-fixed coordinates of the Moon. Grid resolution is 0.0625
                                 (1/16) degree.
                                 PI: Dr. Hiroshi ARAKI (arakih@miz.nao.ac.jp)."

^IMAGE = 9822 <BYTES>

/* IMAGE */
OBJECT                        = IMAGE

  BAND_STORAGE_TYPE             = BAND_SEQUENTIAL
  BANDS                         = 1
  ENCODING_TYPE                 = N/A
  INVALID_CONSTANT              = 0
  LINE_SAMPLES                  = 5760
  LINES                         = 2880
  DUMMY_DATA                    = 99.999
  OFFSET                        = 0.0000
  SAMPLE_BITS                   = 32
  SCALING_FACTOR                = 1
  SAMPLE_TYPE                   = 4BYTE_FLOAT
  UNIT                          = KM
  STRETCHED_FLAG                = FALSE

END_OBJECT                    = IMAGE

/* IMAGE_MAP_PROJECTION */
OBJECT                        = IMAGE_MAP_PROJECTION

A_AXIS_RADIUS                 = 1737.400<km>
  B_AXIS_RADIUS                 = 1737.400<km>
  C_AXIS_RADIUS                 = 1737.400<km>
  COORDINATE_SYSTEM_NAME        = PLANETOCENTRIC
  COORDINATE_SYSTEM_TYPE        = BODY-FIXED ROTATING
  EASTERNMOST_LONGITUDE         = +359.96875
  WESTERNMOST_LONGITUDE         =   +0.03125
  MAXIMUM_LATITUDE              =  +89.96875
  MINIMUM_LATITUDE              =  -89.96875
  MAP_PROJECTION_TYPE           = MERCATOR
  MAP_RESOLUTION                = 16 <PIXEL/DEGREE>

END_OBJECT                    = IMAGE_MAP_PROJECTION

END
```

図 4.2.1　LALT による月全球地形マップデータに添付されたメタデータの例

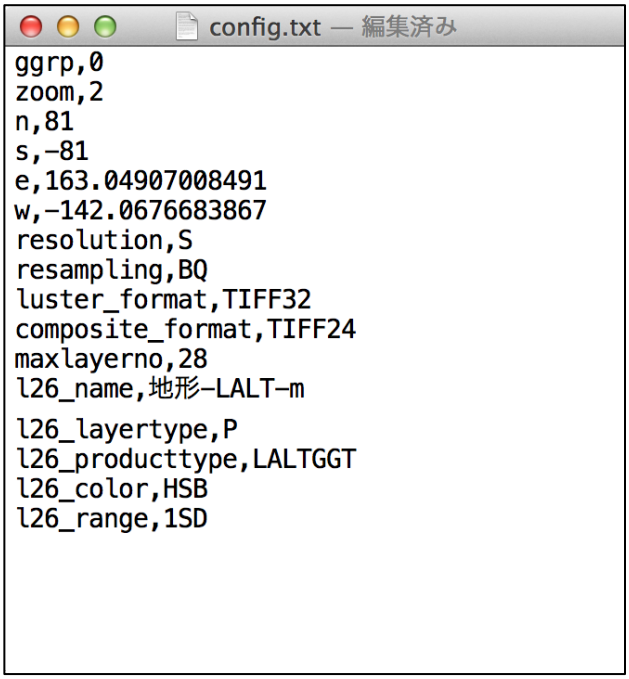

図 4.2.2　config.txt の内容例

4.2.3. DDSetMetadata.txt について

4.2.2 の config.txt と一緒にもう一つあるテキストファイルが DDSetMetadata.txt である。このファイルには、処理を行った本システムのバージョン、処理を行ったデータの座標系（EPSG コード）、解像度、レイヤー番号、さらにダウンロードする際に元となったすべての画像データのファイル名がリストアップされている。

図 4.2.3 に DDSetMetadata.txt.の内容例を示す。

図 4.2.3　DDSetMetadata.txt の内容例

4.2.4. ダウンロードされたデータ本体のファイルフォーマットについて

4.2.1 から 4.2.3 のような附属データと共にダウンロードされるのがデータ本体となる。図 4.2.1 のケースでは、「26_0.tif」がデータ本体の例である。データ本体は、ダウンロードオプションの選択によって表 4.2.4 のいずれかの形式となる。

8bit の Geotiff 画像、24bit の Geotiff 画像、及び PNG 画像の場合は、一般的な画像ビューワ等で表示する事が可能であるが、32bitGeotiff データや RAW データの場合は GIS・リモートセンシング系のソフトウェア（ENVI (※1)、QGIS (※2) 等）を用いる必要がある。

表 4.2.4　ダウンロードされるデータ本体のファイル形式一覧

＜選択オプション＞	＜内容＞
物理量　32bit　GeoTIFF	各画素に 32bit 浮動小数点型でデータが格納され、地理情報のついた GeoTIFF フォーマットデータ
物理量　RAW	各画素に 32bit 浮動小数点型でデータが格納されたバイナリフォーマットデータ
画像　24bit GeoTIFF	カラー画像として各画素に RGB 情報が格納された、GeoTIFF フォーマットデータ
画像　8bit GeoTIFF	モノクロ画像として各画素にグレースケール情報が格納された GeoTIFF フォーマットデータ
画像　PNG	地理情報がつかない、単なる画像としての PNG フォーマットデータ（モノクロ、カラー問わず）

※1　ENVI：商用のリモートセンシングソフトウェア。

※2　QGIS：フリーの GIS ソフトウェア。以下の Web サイトからダウンロード・入手可能

http://www.qgis.org/ja/site/

以上